Aus: der Orthopädischen Abteilung des Städtischen Rudolf-Virchow-Krankenhauses Berlin
Dirigierender Arzt: Professor Dr. med. Fritz Hofmeister

Knochenszintigrafie zur Verlaufskontrolle bei Endoprothetik

Kurzfassung

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Monika Vowinckel
aus Bielefeld

Veröffentlicht in Diagnostik, Heft 16, vom 11. 10. 1976

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547617_0031

Knochenszintigrafie zur Verlaufskontrolle bei Endoprothetik

Kurzfassung

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Monika Vowinckel

aus Bielefeld

Referent: Professor Dr. Fritz Hofmeister
Korreferent: Professor Dr. Heinz Oeser

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung
der medizinischen Fachbereiche der Freien Universität Berlin

Promoviert am 19. 7. 1976

Knochenszintigrafie zur Verlaufskontrolle bei Endoprothetik

M. Vowinckel*

* Kurzfassung der med. Dissertation „Hüftgelenksszintigraphie", Berlin 1975

Schmerzangaben von Patienten mit Hüftgelenks-Endoprothesen lassen sich bis zu einem gewissen Grad objektivieren, wenn man sie mit den Befunden der Knochenszintigrafie mit ^{99m}Tc-Poly- und Pyrophosphat vergleicht. Anhand von 58 Szintigrammen der Hüftgelenke bei 29 Patienten mit Koxarthrose und zwei Normalpersonen ließ sich die klinische Brauchbarkeit dieser Untersuchungsmethode beurteilen. In 87% der Fälle konnte szintigrafisch eine gute Übereinstimmung mit den subjektiven Beschwerden festgestellt werden. Von den 13% diskrepanten Befunden konnte noch etwa die Hälfte erklärt werden, so daß in mindestens 94% eine klinisch verwertbare Aussage gemacht werden konnte. Die Vorteile der mit ^{99m}Tc markierten Phosphate gegenüber anderen in der Knochen- und Gelenkszintigrafie verwendeten Isotopen lassen es als gerechtfertigt erscheinen, diese Untersuchungsmethode in die Routinediagnostik aufzunehmen.

Die Versorgung eines arthrotischen Hüftgelenkes mit einer Endoprothese ist hauptsächlich eine Operation zur Behebung von Schmerzen. Der Schmerz ist jedoch nur subjektiv faßbar, und die Schmerzangaben der Patienten sind sehr stark von deren Empfindlichkeit beeinflußt. Es wäre deshalb wichtig, eine objektive Untersuchungsmethode zu haben, deren Ergebnisse mit den Schmerzangaben korrelieren.

Die meisten schmerzhaften pathologischen Knochen- und Gelenkprozesse gehen mit einem gesteigerten Knochenumbau einher, so auch die Prozesse bei der Arthrose. Dieser vermehrte Knochenumbau läßt sich szintigrafisch durch eine gesteigerte Aktivitätsanreicherung mit radioaktiven Indikatoren markierter knochenaffiner Substanzen darstellen. Da seit 1971/72 mit den Poly- und Pyrophosphat- sowie mit den Diphosphonat-Sn-Komplexen ausgezeichnete knochenaffine Substanzen zur Verfügung stehen, die außerdem mit dem nur geringfügig strahlenbelastenden ^{99m}Tc markiert werden können, lassen sich ohne weiteres Verlaufskontrollen anfertigen.

Mit der vorliegenden Studie sollte ermittelt werden, ob quantitativ faßbare Beziehungen zwischen den subjektiven Beschwerden bei Koxarthrose und szintigrafischem Befund der Hüftgelenke bestehen. Postoperative Verlaufskontrollen nach Versorgung einer Endoprothese, die mit einem präoperativen Bild verglichen werden, sollen zeigen, in welcher Zeit sich die gesteigerte Aktivitätsanreicherung normalisiert und ob der Erfolg der Operation durch diese Untersuchungsmethode dokumentierbar wird. Andererseits soll festgestellt werden, ob postoperativ weiterbestehende oder verstärkte Beschwerden eine Korrelation im Szintigramm finden, ob also das Szintigramm einen Beitrag zur Differentialdiagnose postoperativer Komplikationen leisten kann.

Die Knochen- und Gelenkszintigrafie mit ^{99m}Tc-Verbindungen setzt sich in den letzten Jahren gegenüber der Szintigrafie mit anderen radioaktiven Isotopen immer mehr durch.

Die heute im Handel erhältlichen Sn(II)-Pyro- und Polyphosphat- sowie Diphosphonatkomplexe eignen sich ausgezeichnet für die Knochenszintigrafie. Sie zeigen eine starke Anreicherung des ^{99m}Tc im Knochen im Vergleich zu den Weichteilen und wiederum eine stark gesteigerte Anreicherung im Knochen mit beschleunigtem Umbau im Vergleich zum gesunden Knochen.

Die Vorteile des ^{99m}Tc gegenüber anderen knochensuchenden Isotopen sind u.a., daß es relativ preiswert und leicht verfügbar ist. Die meßtechnisch günstige Gamma-Energie des ^{99m}Tc von 140 keV ermöglicht eine hohe Zählrate mit den gebräuchlichen Kollimatoren. Es führt nur zu einer relativ geringen Strahlenbelastung, ermöglicht Verlaufskontrollen und erlaubt die Anwendung bei Kindern.

Die vorliegende Untersuchung sollte dazu beitragen, die Knochenszintigrafie mit ^{99m}Tc-Pyro- oder Polyphosphat in die Routinediagnostik einzuführen. Die Kliniker waren daran interessiert, die Knochenszintigrafie mit ^{85}Sr durch eine schnellere und möglichst auch bessere Methode ersetzt zu sehen. So wurde die erste Reihenuntersuchung mit ^{99m}Tc-markiertem Pyro- und Polyphosphat an Patienten mit einer Koxarthrose, die eine Totalendoprothese eingesetzt bekommen sollten, durchgeführt.

Eine große Anzahl von Knochenprozessen geht mit einer vermehrten Radionuklideinlagerung einher, zum

Beispiel: Wachstumszonen, Osteomyelitis, Arthritis, PcP, M. Bechterew, Ostitis deformans, Arthrose, Ostitis sclerosans, Frakturen, Pseudoarthrosen (z.T.), Metastasen, maligne Tumoren, von den benignen nur Osteome, Gicht, M.Sudeck, Osteoporose und M.Paget.

Daraus ist schon zu ersehen, daß die Anreicherung völlig unspezifisch ist und nicht in kausalen Zusammenhang mit einem bestimmten Krankheitsbild gebracht werden kann. Natürlich ist nicht bei allen Erkrankungen die Szintigrafie die Untersuchungsmethode der Wahl. Sehr gut geeignet ist sie bei der Metastasensuche: Metastasen lassen sich häufig schon sehr viel früher als im Röntgenbild darstellen. Weiterhin werden entzündliche Veränderungen im Szintigramm häufig schon entdeckt, wenn sie noch gar keine röntgenologisch faßbaren Symptome hervorrufen [4, 5]. Schließlich gibt das Szintigramm besser Auskunft über den Aktivitätszustand einer entzündlichen Gelenkveränderung als das Röntgenbild, da es einen Einblick in die aktuellen Stoffwechselvorgänge im Knochen vermittelt. Eine Domäne der Gelenk- und Knochenszintigrafie mit ^{99m}Tc-markierten Phosphaten wird die Verlaufskontrolle bei therapeutischen Maßnahmen werden.

Material und Methodik

Bei den in dieser Arbeit untersuchten Patienten mit Koxarthrose wurde am häufigsten die Thompson-Prothese mit der Brunswick-Pfanne angewendet. Sieben Patienten bekamen erstmals eine Prothese nach *Brunswick-Thompson*, acht kamen mit einer schon früher eingesetzten Endoprothese nach *Brunswick-Thompson*, vier mit einer früher eingesetzten McKee-Farrar-Prothese, eine Patientin mit einer Kappenplastik nach *Smith-Petersen* und eine mit einer Femurkopfendoprothese zur Untersuchung.

Den fünf Beurteilungskriterien des Zustandsbildes der Koxarthrose (nach *Morscher*): Funktion, Schmerz, Beweglichkeit, Gehfähigkeit und Röntgenbilddeutung könnte als sechstes die Szintigrammdeutung hinzugefügt werden.

Die Operation kann schon als Erfolg gewertet werden, wenn ein wesentliches Nachlassen der Schmerzen oder Schmerzfreiheit erzielt wird. Meist nimmt auch die Beweglichkeit im Hüftgelenk wieder zu. In einigen Fällen bleibt sie jedoch eingeschränkt, und auch das Gangbild bessert sich nicht immer. Beides hängt sicher vom Ausmaß der schon präoperativ vorhandenen Funktionseinschränkung und von Alter und Mitarbeit des Patienten ab.

Die postoperativen Komplikationen, die ein Anhalten oder sogar eine Verschlimmerung der Beschwerden verursachen können, sind im wesentlichen folgende [7]: Lockerung der Prothese, periartikuläre Verkalkungen, Infektion, Osteoporose des endoprothetisch versorgten Femur, Wanderung des Prothesenkopfes, Myositis ossificans. Die Lockerung und die

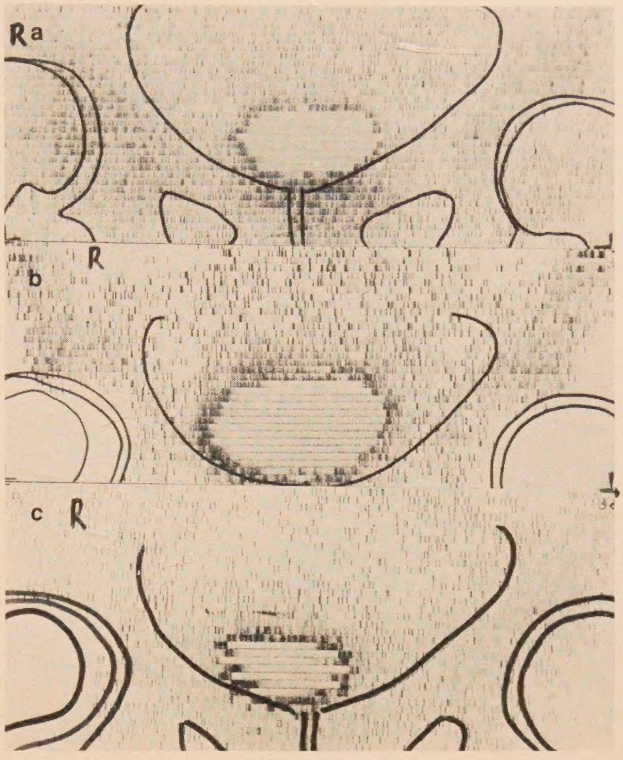

Abb. 1. Komplikationslose Einheilung der 1. Prothese. (a) 1 Woche präoperativ; (b) 8 Wochen postoperativ; (c) 5,5 Monate postoperativ

Infektion sind die wichtigsten Komplikationen. Beide sind im Röntgenbild erst spät oder im Fall einer Lokkerung unter Umständen gar nicht nachweisbar. Es ist jedoch wichtig, solche Komplikationen so früh wie möglich zu erkennen. Dazu kann das Szintigramm einen Beitrag leisten (Abb. 1—4). Bei den periartikulären Verkalkungen ist es häufig möglich, diese als Ursache von Beschwerden festzustellen.

Es wurden 31 unausgewählte Patienten untersucht. Die Patienten erhielten 3 Std. vor dem Szintigramm 3—10 mCi ^{99m}Tc-Poly- oder Pyrophosphat injiziert. Vor der Szintigrafie wurden die Patienten zur Blasenentleerung angehalten. Von zwei Patienten, die im Bereich der Hüftgelenke keine Beschwerden hatten, wurden Kameraserien mit der Anger-Kamera gemacht. Ein Patient erhielt ^{99m}Tc-Pyrophosphat, der andere ^{99m}Tc-Polyphosphat. Es wurden 1 bis 3,5 Std. p.i. im Abstand von 30 min. Kamerabilder angefertigt, um den frühestmöglichen Zeitpunkt für die Untersuchung zu finden. Anschließend wurde ein Szintigramm geschrieben. Beide Patienten wurden vor jedem neuen Kamerabild zur Blasenentleerung geschickt. Die hohe Aktivitätsansammlung in der Blase war jedoch vom ersten bis zum letzten Bild immer gleich. Von allen Patienten wurden die Anamnesen und klinischen Verläufe, sowie Röntgenbefunde der Beckenübersichtsaufnahmen mit den Szintigrammen verglichen.
Die Steigerung der Aktivitätsanreicherung wurde in vier Stufen eingeteilt:

1. gering vermehrte,
2. gesteigerte,

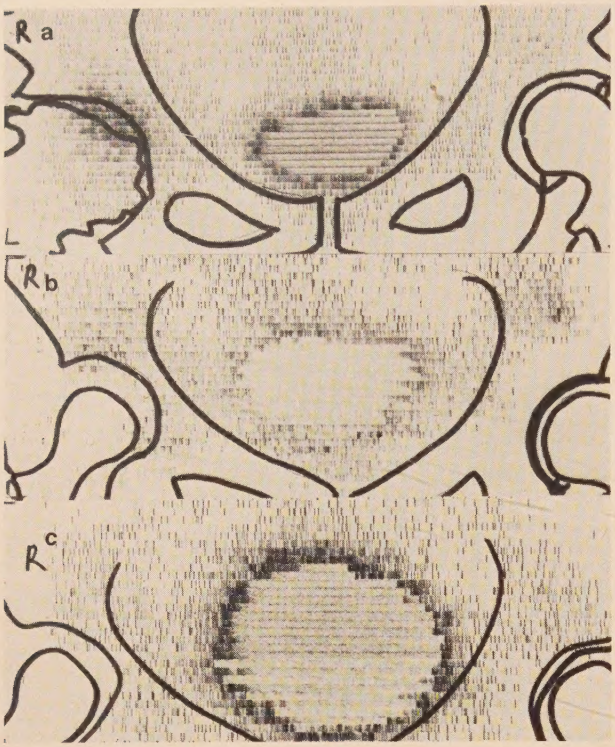

Abb. 2. Komplikationslose Einheilung auch der 2. Prothese. (a) links 9 Monate postoperativ, rechts 1 Woche präoperativ; (b) 10 Wochen postoperativ; (c) 6 Monate postoperativ

3. deutlich vermehrte,
4. erheblich vermehrte Aktivitätsanreicherung.

Die subjektiven Beschwerden wurden ebenfalls in vier Grade eingeteilt, wobei hauptsächlich die Schmerzangabe und Beweglichkeit berücksichtigt wurden. Die Beweglichkeit wurde nicht in Graden gemessen. Vielmehr wurde beurteilt, wie sehr sich der Patient durch Einschränkung der Beweglichkeit beeinträchtigt fühlt.

1. Stufe: Der Patient hat ab und zu Schmerzen nach Belastung oder längerem Verharren in gleicher Hüftgelenksstellung. Keine beeinträchtigende Einschränkung der Hüftgelenksbeweglichkeit.
2. Stufe: Der Patient hat mäßige Schmerzen, die häufig auftreten, auch ohne Belastung. Teilweise besteht keine, teilweise eine geringe Beeinträchtigung durch Einschränkung der Beweglichkeit.
3. Stufe: Der Patient hat dauernd Schmerzen. Es besteht eine deutliche Beeinträchtigung des Wohlbefindens und meist auch eine störende Beeinträchtigung der Beweglichkeit.
4. Stufe: Der Patient leidet unter erheblichen dauernden Schmerzen, die ihn in seiner Funktionsfähigkeit empfindlich stören. Meist besteht auch eine störende oder stark hinderliche Einschränkung der Beweglichkeit.

Ergebnisse und Diskussion

Bei 116 szintigrafierten Hüftgelenken ergab sich
in 74 Fällen Übereinstimmung = 64%
in 27 Fällen Abweichung um 1 Stufe = 23%
} 87%
in 6 Fällen Abweichung um 2 Stufen = 5%
in 9 Fällen Abweichung um 3 Stufen = 8%
} 13%
zwischen den geäußerten subjektiven Beschwerden und der Einstufung der Aktivitätsanreicherung im Szintigramm.

Die Abweichung um eine Stufe ist so gering, daß sie noch innerhalb der akzeptablen Fehlerbreite liegt, die durch die Subjektivität der Schmerzangabe und auch die des Auswertens unvermeidlich ist. Insgesamt ergäbe sich dann ein Prozentsatz von 87, in dem eine gute Korrelation zwischen klinischem und szintigrafischem Befund besteht. Bei den restlichen 13% handelt es sich nun aber nicht nur um Fälle, in denen entweder der klinische oder szintigrafische Befund nicht stimmte, sondern die Diskrepanz läßt sich in einigen Fällen durchaus erklären und entspricht zum Teil auch den Erwartungen oder läßt andere klinisch verwertbare Schlußfolgerungen zu.

Alle Autoren, die mit Poly- oder Pyrophosphat bzw. Diphosphonat gearbeitet haben, sind sich einig in der Beurteilung der guten Treffsicherheit der mit dieser Untersuchungsmethode erhobenen Befunde. Bei den postoperativen Verlaufskontrollen nach Hüftgelenksendoprothese muß berücksichtigt werden, daß in der ersten Woche postoperativ noch eine vermehrte Aktivitätsanreicherung infolge des Operationstraumas vorliegt, wie das ebenso bei Frakturen der Fall ist. Man

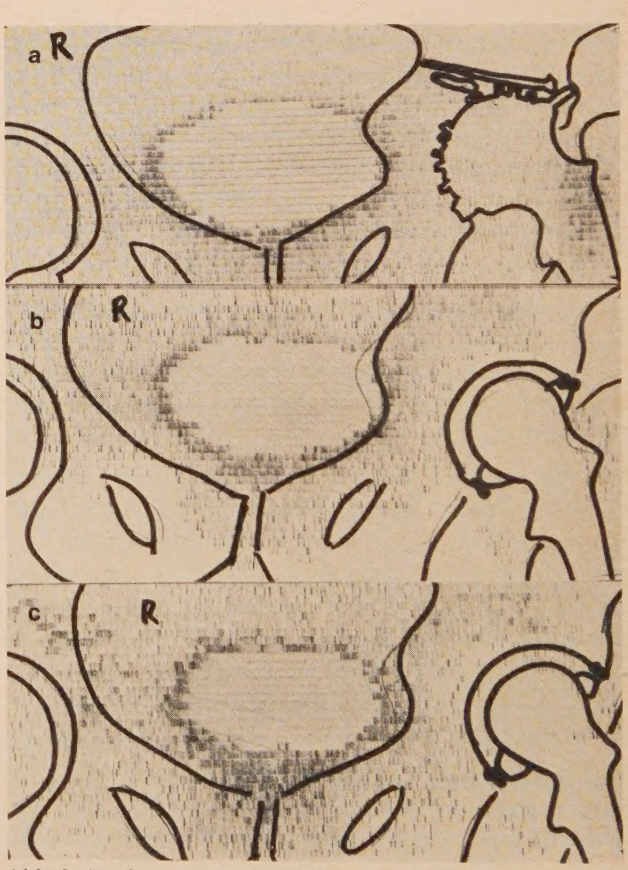

Abb. 3. Lockerung, nach Revision komplikationslose Heilung. (a) 4 Jahre postoperativ li., 1 Tag prae revisionem li.; (b) 10 Wochen post revisionem li.; (c) 6 Monate post revisionem li.

kann damit rechnen, daß im unkomplizierten Fall im Lauf von vier bis acht Monaten keine vermehrte Aktivitätsanreicherung mehr zu finden ist. Die untere Grenze lag bei den eigenen Untersuchungen bei 3,5 Monaten. Bleibt die Aktivitätsanreicherung erhalten oder nimmt sie sogar zu, so läßt das auf eine Komplikation wie Lockerung, Infektion, periartikuläre Verkalkung o.a. schließen [11, 3, 4].

Ein Handikap dieser Untersuchungsmethode wird die Schwierigkeit der Quantifizierung bleiben. Die Aktivitätsanreicherung ließe sich zwar durch Aufzeichnung von Uptake-Kurven oder Ermittlung des Verhältnisses zwischen gesundem und krankem Knochenanteil etwas genauer erfassen. Aber auch diese Methoden zeigen kein exakt quantitatives Ergebnis, da in jedem Fall unbekannt bleibt, wieviel Prozent der injizierten Dosis sich im individuellen Fall im Knochen anreichern, was nicht nur vom Individuum, sondern auch von der chemischen Zusammensetzung der injizierten Lösung abhängt. Weiterhin unterliegt auch das Verhältnis Anreicherung in gesundem/krankem Knochen gewissen individuellen Schwankungen. Ebenso oder in noch größerem Maße verhindert die Subjektivität der Beschwerden die Entwicklung einer quantitativen Methode. Schwellung und Schmerzen zeigen eine signifikante, Druckschmerzhaftigkeit und Bewegungseinschränkung keine signifikante Korrelation zur Aktivitätsanreicherung [2]. Schwellung läßt sich am Hüftgelenk kaum feststellen. Es bleibt also der Schmerz als bestes Kriterium für die Einteilung der subjektiven Beschwerden.

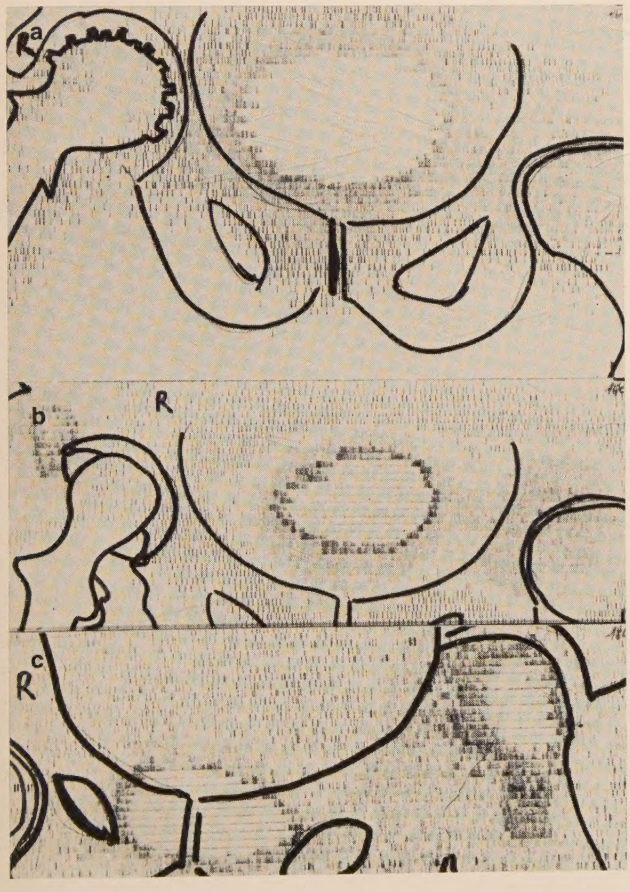

Abb. 4a, b. Periartikuläre Verkalkung mit Beschwerden. (a) 3 Jahre postoperativ re., 3 Wochen prae revisionem re.; (b) 5,5 Monate post revisionem re. 4c. Osteomyelitis: re. 2,75 Jahre postoperativ; li. 2,75 und 2,25 Jahre postoperativ sowie 6 Wochen nach Prothesenentfernung wegen Osteomyelitis

Trotz aller Einschränkungen zeigt das Ergebnis, daß die Knochen- bzw. Gelenkszintigrafie mit ^{99m}Tc-markierten Poly- oder Pyrophosphaten eine wertvolle Ergänzung des klinischen Bildes bei Patienten mit Koxarthrose ermöglicht. Wegen der leichten Verfügbarkeit und guten Qualität der notwendigen Substanzen und vor allem wegen der im Vergleich zum ^{85}Sr sehr viel geringeren Strahlenbelastung sollte von dieser Untersuchungsmethode und besonders von der Möglichkeit, Verlaufskontrollen zu machen und auch Kinder zu untersuchen, routinemäßig Gebrauch gemacht werden.

Für die Mithilfe bei der Erstellung der Szintigramme danke ich Frau *Esser* und Frau *Stein*.

Anschrift der Verfasserin:
M. Vowinckel
Olympische Str. 12
1000 Berlin 19

Literatur

[1] *Cohen, Y.* et al.: C.R. Acad. Sc. Paris, Série D-1719-1721 t. 275 (1972). — [2] *Dick, W.C.* et al.: Clin. Science *40:* 327 (1971). — [3] *Embuena, A.G.* et al.: The Bone Scintigraphy with ^{99m}Tc-Polyphosphate-complex in the Study and Evolution of the total Hip-Arthroplasty. 12. Internationale Jahrestagung der Ges. f. Nuklearmed. e.V., Sept. 1974, München — [4] *Henne, W.*: Med.. Welt *37:* 1467 (1974). — [5] *Pfannenstiel, P.*: Med. Welt *9:* 343 (1973). — [6] *Schümichen, C., K.F. Nakken*: Nucl. Med. XIII: 139 (1974). — [7] *Seifert, J., Y. Goyman*: Radiologe *14:* 374 (1974). — [8] *Subramanian, G., J.G. Mc Afee*: Radiology *99:* 192 (1971). — [9] *Subramanian, G.* et al.: J. Nucl. Med. *12:* 947 (1972). — [10] *Subramanian, G.* et al.: Radiology *102:* 701 (1972). — [11] *Venohr, H., W. Groher, H. Klems:* Fortschr. Röntgenstr. *117:* 355 (1972). — [12] *Yano, Y.* et al.: J. Nukl. Med. Vol. 14, No. 2 (1973).

Abstract

Osteoscintigraphy for control of progress in case of endoprothesis

Sensations of pain in patients with hip-joint endoprothesis can be objectified to a certain degree by comparing them with the findings of osteoscintigraphy with ^{99m}Tc-poly- and pyrophosphate. The clinical usefulness of this method could be judged by means of 59 scintigrams of hip-joints in 29 patients with coxarthrosis and two normal persons. In 87% of all cases concerned, scintigraphy has shown conformity with the subjective complaints. About half of the 13 discrepant findings could be explained and this, in summary, allowed a clinically useful statement in 94% of all cases concerned.

Lebenslauf

13. 9. 1940	in Bielefeld geboren als fünftes von sechs Kindern des Dipl.-Landwirts Werner Vowinckel und seiner Frau Annemarie Vowinckel geb. Wölle
1946-1960	Besuch der Grund- und Oberschule in Bielefeld bis zum Abitur
1961-1963	Besuch der Krankengymnastikschule im Oskar-Helene-Heim in Berlin
1964-1971	Medizinstudium an der Freien Universität in Berlin
12. 3. 1971	Staatsexamen
1971-1972	Tätigkeit als Medizinalassistentin im Klinikum Steglitz in Berlin
2. 5. 1972	Approbation
Seit Mai 1972	Assistenzärztin in der Radiologischen Abteilung des Rudolf-Virchow-Krankenhauses in Berlin